ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 AOUT 1925.

PRÉSIDENCE DE M. JOSEPH BOUSSINESQ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce le décès de M. **Jean Massart**, Correspondant de l'Académie pour la Section de Botanique.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **A. Tanakadate**, Membre de l'Académie impériale des Sciences de Tokio, qui assiste à la séance.

BOTANIQUE. — *Sur une Floridée* (Polysiphonia Doubletii mscr.) *renfermant de l'iode à l'état libre.* Note de M. **C. Sauvageau**.

J'ai signalé([1]) la récente apparition sur nos côtes d'une Algue floridée australasienne (*Asparagopsis armata* Harv.) où des organes intracellulaires, que j'ai nommés *ioduques*, renferment de l'iode à l'état libre. Or un *Polysiphonia* tétrasiphonié, ni cortiqué, ni pilifère, et pareillement d'origine étrangère, s'est beaucoup répandu à Guéthary (Basses-Pyrénées) depuis plusieurs années ; il constitue sur diverses Algues de mi-marée et de basse mer, et de préférence sur l'*Halopteris scoparia*, des touffes denses arrondies, longues de 1^{cm} à 2^{cm}, composées de filaments ramifiés en fausse dichotomie, larges de 35^{μ} à 40^{μ}, dont les articles mesurent 50^{μ} à 65^{μ}. J'en avais jusqu'à présent négligé l'étude, quand leur couleur d'un beau rose, comparable à celle de l'*Asparagopsis* (tout au moins quand les touffes sont jeunes et abritées contre une lumière trop vive), m'a fait penser à y rechercher des

---

([1]) *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1887.

ioduques. Les individus étudiés dans cette Note ont été récoltés les 5 et 6 août 1925; leur état stérile rend leur détermination difficile. Ce ne peut être le *P. macrocarpa* Harv. (*P. pulvinata* Harv.) qui croît sur les rochers de l'Atlantique, dont les filaments, souvent plus larges, sont segmentés en articles de hauteur plus variable, ni le méditerranéen *P. sertularioides* J. Ag. autrement ramifié, et je ne vois aucune description d'espèce extra-européenne qui s'y applique sûrement.

Ce *Polysiphonia* existe aussi à Cherbourg (Manche), où Mlle Doublet le récolte depuis quelques années, souvent mélangé au *Trailliella intricata* Batt. de naturalisation un peu plus ancienne; on le trouvera donc certainement sur d'autres points de nos côtes, mais on ne saura probablement jamais d'où il est venu. Dans l'impossibilité de le rapporter à une espèce décrite, je le nomme *P. Doubletii*, pour rendre hommage à une algologue dont la collaboration m'a été souvent précieuse.

Son principal intérêt vient de l'iode libre qu'il renferme. Froissé dans un linge de coton, il le bleuit fortement. Chacune des quatre cellules péricentrales possède, à mi-hauteur et appuyé contre la cellule centrale, un ioduque identique à ceux de l'*Asp. armata*, de $8^{\mu},5$ à 11^{μ} de diamètre; la sphère brune iodifère incluse, qui remplit presque entièrement la vacuole sur la plupart des cellules adultes, laisse un espace libre sur les cellules plus jeunes; un tractus protoplasmique le rattache au noyau, notablement plus petit, logé vers le même niveau dans le protoplasme périphérique. Les ioduques apparaissent tout près du sommet d'accroissement, et parfois même dans la première cellule séparée par une cloison longitudinale. Seule, la cellule occupant le point de bifurcation des rameaux en est dépourvue.

J'ai utilisé les réactions qui m'ont réussi avec l'*Asparagopsis;* toutefois, l'eau distillée n'agit que lentement sur le *P. Doubletii* et modifie le contenu cellulaire après une demi-heure seulement; aussi, le filtrat d'empois d'amidon ne montre-t-il le précipité bleu, autour des cellules dont il a fait éclater l'ioduque, qu'après une heure d'action; mais, si l'on écrase la préparation, le précipité bleu apparaît immédiatement. L'expérience suivante montre bien que l'iode existe à l'état libre : A une préparation faite dans une goutte d'eau de mer ou d'eau distillée, on mêle un peu de l'empois resté sur le filtre, et un choc brusque sur la lamelle bleuit instantanément les grains d'amidon voisins des filaments écrasés. Si, dans une préparation semblablement disposée, on fait passer sous la lamelle de l'eau de mer, où la proportion de sel marin est doublée, une plasmolyse rapide détruit les ioduques et une à deux minutes suffisent pour colorer les grains d'amidon.

Le bleu de crésyl, dissous dans l'eau de mer ou dans l'eau distillée, provoque rapidement l'apparition, dans le suc cellulaire de chaque cellule péricentrale, d'un ou deux bouquets de cristaux rouges, moins longs et moins élégants que chez l'*Asparagopsis* qui, après quelques minutes, disparaissent ou verdissent (ils bleuissaient chez l'*Asparagopsis*, comme d'ailleurs lorsqu'une parcelle d'iode est mise dans une solution de bleu de crésyl) et, à ce moment, le contenu de l'ioduque fuse en masse verte dilatée.

Des traces d'iode dissous, non décelées par l'empois, existent donc dans le suc cellulaire, et de l'iode libre s'accumule dans l'ioduque. L'instantanéité des réactions exclut la supposition d'un composé iodé facilement décomposable par une action diastasique ou autre.

Mes collègues MM. Denigès et Chelle, devant qui j'ai répété ces diverses réactions, ont confirmé mon interprétation de la manière suivante. Une touffe fraîche de *P. Doubletii*, rapidement lavée et essorée, ne rosit le chloroforme que si on l'écrase; cette coloration provient bien de l'iode, car elle persiste si l'on ajoute de l'eau; elle disparaît par l'addition d'une goutte d'une solution très diluée de bisulfite de soude, l'iode libre passant alors à l'état ionisé; par l'addition de nitrite de soude, puis d'acide sulfurique dilué, l'iode redevient libre et colore de nouveau le chloroforme en rose.

ÉLECTIONS.

Par l'unanimité des suffrages, MM. **H. Deslandres** et **H. Le Chatelier** sont réélus membres du *Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique*.

CORRESPONDANCE.

HYDRODYNAMIQUE. — *La similitude étendue aux grandes vitesses.* Note de M. **L. Escande.**

Cette Note concerne la continuation des recherches sur la similitude des fluides visqueux ([1]), entreprises sous la direction de M. Camichel.

I. *Lois de similitude.* — Pour réaliser la similitude de l'écoulement de deux fluides visqueux, dans deux systèmes en charge semblables dans un

---

([1]) *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1326 et 1557.

rapport λ, il faut satisfaire à certaines conditions, que l'on dégage aisément des équations de Navier, par des considérations d'homogénéité.

Soient α le rapport des pressions en deux points homologues, m celui des densités des deux liquides, K celui de leurs coefficients cinématiques de viscosité, on doit avoir

$$\alpha = m K^2 \lambda^{-2}.$$

Le rapport des vitesses est : $\frac{V_2}{V_1} = K\lambda^{-1}$.

Celui des débits est par suite : $\frac{Q_2}{Q_1} = K\lambda$.

Quand le même liquide s'écoule dans les deux modèles, on a

$$K = m = 1$$

et, par suite, si l'on prend des pressions dans un rapport $\alpha = \lambda^{-2}$, on doit recueillir des débits dans un rapport $\frac{Q_2}{Q_1} = \lambda$.

II. *Premières vérifications expérimentales.* — Nous avons vérifié ce dernier point, en étudiant l'écoulement de l'eau dans des tubes lisses.

Soient D le diamètre, L la longueur de chaque tube, H la charge sur l'axe à l'extrémité amont, l'aval débitant à gueule bée, V la vitesse moyenne.

Nous avons obtenu les résultats suivants :

Première expérience (tubes en laiton) : $\lambda = 5{,}09$, $\lambda^2 = 25{,}9$.

Premier modèle :

$D_1 = 5^{mm},9$, $L_1 = 37^{cm},1$, $H_1 = 26^{m},60$, $Q_1 = 0{,}397$ l/s, $V_1 = 14{,}55$ m/s.

Deuxième modèle :

$D_2 = 30^{mm}$, $L_2 = 189^{cm}$, $H_2 = 1^{m},03$, $Q_2 = 2{,}01$ l/s, $V_2 = 2{,}85$ m/s.

On a $\frac{Q_2}{Q_1} = 5{,}08$, alors que $\lambda = 5{,}09$.

Deuxième expérience (tubes en verre) : $\lambda = 20{,}2$, $\lambda^2 = 409$.

Premier modèle :

$D_1 = 1^{mm}$, $L_1 = 4^{cm},36$, $H_1 = 26^{m},6$, $Q_1 = 0{,}01037$ l/s, $V_1 = 13{,}2$ m/s.

Deuxième modèle :

$D_2 = 20^{mm},2$. $L_2 = 88^{cm}$, $H_2 = 0^{m},065$, $Q_2 = 0{,}218$ l/s, $V_2 = 0{,}682$ m/s.

On a $\frac{Q_2}{Q_1} = 21$, alors que $\lambda = 20{,}2$.

Extension aux grandes vitesses. — Nous avons étendu notre vérification

à des vitesses de plus de 100^m par seconde, tout en augmentant le rapport de similitude; nous avons utilisé, dans ce but, un accumulateur hydraulique, donnant une pression de 150^{kg} par centimètre carré.

Premier modèle :

$D_1 = 1^{mm},94$, $L_1 = 12^{cm},1$, $H_1 = 1500^m$, $Q_1 = 0,323$ l/s, $V_1 = 109,4$ m/s.

Deuxième modèle :

$D_2 = 16^{mm},0$, $L_2 = 99^{cm},6$, $H_2 = 22^m,1$, $Q_2 = 2,64$ l/s, $V_2 = 13,15$ m/s.

Troisième modèle :

$D_3 = 79^{mm},5$, $L_3 = 496^{cm}$, $H_3 = 0^m,89$, $Q_3 = 12,7$ l/s, $V_3 = 2,57$ m/s.

On a, pour le deuxième modèle, $\frac{Q_2}{Q_1} = 8,16$, alors que $\lambda_2 = 8,24$, et, pour le troisième, $\frac{Q_3}{Q_1} = 39,4$, alors que $\lambda_3 = 41$. La concordance se maintient donc, bien que le rapport des pressions utilisées dans les modèles extrêmes atteigne 1680.

IV. *Les équations de Navier aux grandes vitesses.* — Dans l'un des modèles étudiés, la vitesse moyenne était de $109^m,4$ par seconde. Le fait que la loi de similitude s'est maintenue conduit à penser que les équations de Navier continuent à s'appliquer pour ces vitesses : le terme $\frac{\mu}{\rho}\Delta u$ rend bien compte des phénomènes de viscosité, sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir les termes du second ordre. Déjà, d'ailleurs, en 1918, M. Camichel, en étudiant les pertes de charge aux grandes vitesses, avait montré que l'exposant de la vitesse demeurait le même dans la formule donnant la perte de charge, pour des vitesses variant de 3^m à 80^m par seconde [1].

V. *Conduite type pour l'étude des pertes de charge.* — Les expériences précédentes montrent que les pertes de charge par unité de longueur suivent les lois de la similitude; ces pertes de charge ont comme rapport :

$$\frac{J_2}{J_1} = \frac{\alpha}{\lambda} = \lambda^{-3} \quad \text{pour un même liquide,}$$

$$\frac{J_2}{J_1} = m k^2 \lambda^{-3} \quad \text{pour deux liquides différents.}$$

On pourrait donc étudier complètement une conduite lisse type, très soigneusement calibrée, ne comportant aucun défaut, ni aucun joint faisant saillie, et en déduire les pertes de charge pour une conduite lisse quelconque.

---

(1) *Comptes rendus*, **167**, 1918, p. 525.

POUVOIR ROTATOIRE. — *Calcul du pouvoir rotatoire d'une molécule tétraédrique.* Note (¹) de M. R. DE MALLEMANN, transmise par M. A. Cotton.

Nous avons indiqué dans une Note précédente comment la considération du champ *intramoléculaire* suffisait au calcul numérique de l'activité optique d'une molécule asymétrique quelconque. Nous avions dû néanmoins introduire une restriction au sujet de l'*isotropie atomique*. Cette restriction n'est pas nécessaire; dans nos premiers calculs nous avions arrêté les développements aux termes du *second ordre*, qui s'annulent identiquement pour un groupement d'atomes isotropes. Une analyse plus avancée nous a montré qu'il n'en était plus de même pour les termes du *troisième ordre*. Autrement dit, *l'existence du pouvoir rotatoire, dans une molécule asymétrique, n'est pas incompatible avec l'isotropie optique des atomes* : Cette conclusion permet de supprimer toute hypothèse relative à la nature de la biréfringence atomique; le pouvoir rotatoire est ainsi complètement calculable au même titre que la biréfringence (²).

Il est facile de comprendre la raison de ce résultat : Les termes du second ordre dépendent comme nous l'avons dit des produits des réfractivités atomiques, *prises* 3 *à* 3. Chacun de ces termes exprime ainsi l'effet propre d'un *plan*, et l'ensemble de ces termes équivaut à considérer successivement l'effet de tous ces plans, *indépendamment* les uns des autres. Au contraire, les termes du troisième ordre dépendent des produits de réfractivités *prises* 4 *à* 4, et la symétrie du plan disparaît dans l'expression correspondante (³).

Nous donnerons aujourd'hui un exemple simple de calcul; les expressions obtenues pour le tétraèdre irrégulier quelconque étant compliquées d'écriture, nous nous limiterons ici à un modèle particulier, qui conduit à des formules réduites, celui du *trétraèdre trirectangle*. Nous désignons par A_1,

---

(¹) Séance du 17 août 1925.

(²) C'est un progrès certain, d'après les résultats de Bragg sur la biréfringence cristalline et de Ramanathan sur la diffusion de la lumière; ceux-ci montrent en effet que la biréfringence atomique est négligeable en première approximation, par rapport aux effets dont résulte la biréfringence moléculaire.

(³) L'expression générale de ces termes est de la forme $\Sigma A_s A_t A_u A_v \alpha_{pp'} \beta_{qq'} \gamma_{rr'}$, le somme devant être étendue à toutes permutations d'indices, pour les valeurs 1 à 4. Le développement de ces termes du troisième ordre est laborieux; la remarque précédente permet de simplifier l'opération. Il est en effet inutile de conserver les combinaisons dans lesquelles figurent les *carrés* de réfractivités.

A_2, A_3, A_4 les réfractivités *réduites* (¹) des quatre atomes, par a, b, c les trois arêtes du trièdre trirectangle, par p, q, r les trois autres arêtes.

L'expression du pouvoir rotatoire d'un *fluide* dont les molécules auraient cette forme particulière, est alors la suivante :

$$(1)\qquad [\rho] = \pm \frac{4\pi^3}{27\lambda^2} \frac{\nu}{M} (n^2+2)^2 A_1 A_2 A_3 A_4 abc$$
$$\times \left[3 \left\{ \frac{1}{a^3 q^5}\left(\frac{1}{b^3} - \frac{1}{c^3}\right) + \frac{1}{b^3 p^5}\left(\frac{1}{c^3} - \frac{1}{a^3}\right) + \frac{1}{c^3 r^5}\left(\frac{1}{a^3} - \frac{1}{b^3}\right) \right\} \right.$$
$$+ 2 \left\{ \frac{c^2 - b^2}{p^5 r^5} + \frac{a^2 - c^2}{r^5 q^5} + \frac{b^2 - a^2}{q^5 p^5} \right\}$$
$$\left. + \frac{1}{a^3 q^3}\left(\frac{1}{p^5} - \frac{1}{r^5}\right) + \frac{1}{b^3 p^3}\left(\frac{1}{r^5} - \frac{1}{q^5}\right) + \frac{1}{c^3 r^3}\left(\frac{1}{q^5} - \frac{1}{p^5}\right) \right].$$

Cette relation satisfait bien à la condition de s'annuler quand deux quelconques des six arêtes deviennent égales.

La forme de l'expression étant la même pour un tétraèdre quelconque, nous pouvons faire les remarques suivantes :

1° Le pouvoir rotatoire est indépendant de la position particulière des quatre atomes aux sommets d'un tétraèdre *donné*. Il dépend uniquement, à ce point de vue, de la forme *géométrique* du tétraèdre. Bien entendu, cette forme doit être subordonnée à la nature des atomes, mais la méthode que nous utilisons, — et c'est un de ses principaux avantages, — est indépendante de la connaissance de ces forces de structure dont l'analyse paraît actuellement inabordable.

2° Le pouvoir rotatoire est proportionnel au produit des réfractivités des *quatre* atomes, ce qui interprète l'influence observée des atomes lourds et des électrons particulièrement mobiles (doubles liaisons).

3° Le pouvoir rotatoire varie, toutes choses égales, en raison inverse de la *huitième* puissance des distances des atomes. Il est donc permis de traiter une molécule complexe en se limitant à peu près exclusivement au *groupe asymétrique;* celui-ci jouerait un rôle quasi indépendant par rapport au reste de la molécule, ce qui paraît conforme aux faits expérimentaux.

Enfin le pouvoir rotatoire doit être extraordinairement sensible aux petites déformations moléculaires. Ce serait un réactif très délicat des changements de structure, et il n'y a pas lieu de s'étonner si les variations expérimentales semblent échapper à toute loi simple.

Résultats numériques. — Il est clair qu'une comparaison avec l'expé-

---

(¹) Nous appelons réfractivités réduites les quantités $A = \frac{Ma}{d}\,\frac{n^2-1}{4\pi\nu}$, n étant l'indice du gaz et ν la constante d'Avogadro.

rience n'est actuellement réalisable qu'en gros, car nous ne connaissons pas *a priori* la forme exacte du tétraèdre ([1]).

Nous pouvons néanmoins faire une hypothèse simple, permettant un calcul numérique : elle consiste à prendre pour longueur des arêtes la *somme des rayons atomiques*, donnés par les Tables de Bragg. Considérons, par exemple, le *chlorobromoiodométhane*, qui constitue le carbone asymétrique type. En supposant que les molécules de ce corps ont la forme d'un tétraèdre trirectangle, la formule (1) donne, tous calculs faits, un pouvoir rotatoire spécifique de $3°,2$ par décimètre ($\lambda = 0^{\mu},6$). *L'ordre de grandeur est normal* ([2]). La valeur est assez faible, mais on remarquera que la localisation des électrons « efficaces » aux centres des atomes n'est plus admissible dans le cas de l'activité optique. Il serait plus logique de considérer le tétraèdre figuré par les électrons de valence, ceux-ci étant placés aux points de contact avec l'atome de C, dans l'assemblage *le plus compact* des sphères atomiques. Ce dernier modèle paraît en effet plus probable que celui adopté ici par raison de simplicité. La disposition plus serrée entraînerait, toutes choses égales, un pouvoir rotatoire plus grand; son calcul nécessiterait l'emploi des expressions valables pour le tétraèdre général, que nous ne pouvons transcrire ici.

LITHOLOGIE. — *Quelques considérations sur les limons inférieurs (lœss anciens) des environs de Paris.* Note de M. **Agafonoff** et de M[lle] **Malichef.**

Les limons désignés sous le nom de lœss anciens ne présentent pas l'homogénéité chimique, mécanique et structurale qu'on observe dans les le lœss récents qui permet de les identifier quelle que soit leur provenance ([3]). Il en est autrement pour les lœss anciens. Par exemple dans le sud-ouest de la Russie, en Serbie et en Roumanie la partie essentielle de ce complexe présente plusieurs couches de lœss typique séparées entre elles par des sols enterrés (anciennes terres végétales) ([4]) qui se laissent suivre

---

([1]) Nous pensons même que, pratiquement, le problème doit se présenter dans l'ordre inverse; la valeur du pouvoir rotatoire, complétée par celle de la biréfringence et d'autres grandeurs spécifiques, permettrait de remonter à la forme du tétraèdre.

([2]) C'est par exemple à peu près celui du bromure d'amyle.

([3]) V. Agafonoff, *Sur quelques propriétés des lœss* (*Comptes rendus*, 178, 1924, p. 103).

([4]) V. Laskarev, *Revue des terrains quaternaires de la Nouvelle Russie* (*Mém. Soc. d'Agriculture de Russie Mérid.*, 88-89, 1919, p. 1-47).

sur de grandes distances. Les lœss anciens de la vallée du Rhin, quoique contenant des couches de lœss typique ne contiennent point de sols enterrés aussi bien développés et la plupart de leurs couches présentent des roches argilo-sableuses portant des traces de l'action de l'eau. Quant aux limons inférieurs de France (assise moyenne de Ladrière) ([1]), certains auteurs les comparent aux lœss anciens de la vallée du Rhin, bien qu'ils n'indiquent pas la présence dans ces couches du lœss typique.

Dans nos recherches sur le plateau de Villejuif nous n'avons rencontré les limons inférieurs que sur une partie de la haute terrasse de la Seine où ils sont toujours ravinés par le cailloutis de la base de l'ergeron. Ce complexe est bien visible dans la carrière Bouchon-Grelet (A. Laville), dans les carrières environnantes et près de Villeneuve-le-Roi. Dans aucune des coupes étudiées, nous n'avons retrouvé le *limon gris cendré*, terme supérieur de l'assise moyenne. Le terme inférieur suivant, le *fendillé*, qui souvent fait défaut, est un limon argilo-sableux, brun rougeâtre, se divisant en parallélépipèdes irréguliers. Ce limon est plus grossier que l'ergeron (93-95 pour 100 de sable fin, poussière et vase), généralement complètement décalcifié, parfois faiblement calcareux (0,08-0,41 pour 100 CO^2); on y trouve quelques niveaux de cailloutis. Parfois ce fendillé est remplacé par un ensemble de limons sableux plus jaunes par endroit, stratifiés, enrichis en carbonates (2,4 pour 100 CO^2) et contenant un niveau de concrétions calcaires plates (23,1 pour 100 CO^2). Le fendillé est quelquefois séparé du *limon doux à points noirs* sous-jacent par un lit de gravier. Le limon à points noirs peut atteindre une épaisseur de $4^m,50$. Il est faiblement poreux, jaune brunâtre, plus fin que le fendillé (96-97 pour 100 de sable fin, poussière et vase). Les points noirs, particules et veinules (traces de racines) qui le caractérisent sont essentiellement formés par des oxydes de fer et de manganèse et contiennent parfois un peu de matière charbonneuse. Sableux à sa base (85,3-95 pour 100 de sable fin, poussière et vase), il est tantôt complètement décalcifié, tantôt légèrement calcareux (1,7-2,3 pour 100 CO^2) ; on y trouve de grandes (10-12^{cm} de diamètre) concrétions calcaires riches en carbonates (28,6-49,3 pour 100 CO^2).

Le limon à points noirs passe en général insensiblement au *limon panaché* avec petits lits de sables et d'argile; il est riche en manganèse et en fer (taches, petites concrétions et tubes noirs [anciennes racines], semblables par leur forme aux tubes calcaires du lœss).

Le panaché passe graduellement au gravier moyen — sable argileux

---

([1]) J. Ladrière, *Ann. de la Soc. géol. du Nord*, **18**, 1890, p. 93 et suiv.

jaune rougeâtre à silex roulés qui repose sur les sables gris et cailloutis fluviatils (assise inférieure de Ladrière).

Comme conclusion, les limons inférieurs (lœss anciens) des environs de Paris sont beaucoup moins développés, moins calcareux, beaucoup plus hétérogènes, plus grossiers que les limons récents (ergeron et terre à brique); les grains de leur sable, grossier et moyen, sont toujours roulés; ils sont dépourvus de Mollusques. Toutes ces particularités montrent le rôle important joué par le ruissellement et l'eau d'infiltration dans la formation de ces limons. Quant au panaché on est porté à penser que c'est un dépôt d'eau douce à faible courant et que les tubes mangano-ferrugineux ont été formés par la putréfaction de racines de plantes aquatiques.

Ni par sa composition physique, ni par la distribution des carbonates dans leur masse ces limons inférieurs ne sont comparables au lœss typique ni même à un lœss typique altéré; on peut plutôt les comparer à la partie inférieure du lœss ancien de la vallée du Rhin (Sand-lœss), toujours beaucoup plus sableux que les couches supérieures et portant, lui aussi, les marques indiscutables de l'action de l'eau. Les couches supérieures du lœss ancien des environs de Paris ont sans doute été enlevées par le ruissellement intense qui a précédé le dépôt de l'ergeron.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Mesure de l'altitude de la couche d'ozone dans l'atmosphère*. Note ([1]) de MM. **J. Cabannes** et **J. Dufay**, transmise par M. A. Cotton.

La masse d'ozone qu'ont traversée des rayons verticaux arrivant au sol équivaut à une couche de gaz pur qui aurait une épaisseur moyenne de $0^{cm},3$ sous la pression normale. Or, si cette masse était uniformément répartie dans l'atmosphère, on trouverait dans les régions accessibles à l'homme une quantité d'ozone dix fois supérieure à celle qu'indiquent les dosages chimiques. Quelle est donc l'altitude de la couche d'ozone? MM. Fabry et Buisson ont posé le problème ([2]); nous avons cherché à le résoudre.

Si l'on suppose la couche d'ozone concentrique à la Terre et comprise

---

([1]) Séance du 17 août 1925.

([2]) Fabry et Buisson, *J. de Phys.*, **6**, 1918, p. 26. L'existence d'une couche absorbante *au delà de* 22^{km} résulte aussi des mesures du rayonnement solaire à diverses altitudes par Abbot (*Ann. astroph. Obs. Wash.*, **4**, 1921, p. 365). Cette couche absorbante réduit la constante solaire de 1,93 à $1^{cal},85$. Nous pensons qu'elle n'est autre que la couche d'ozone. En effet, en supprimant dans le spectre du corps noir à 6000° toutes les radiations de longueur d'onde inférieure à 3000 Å, l'ozone absorbe environ 0,04 de ce rayonnement.

entre deux sphères de rayons peu différents $R + h$ et $R + h + \varepsilon$, les rayons solaires traversent une épaisseur d'ozone calculable par les formules

$$(1) \qquad x = \varepsilon \operatorname{séc} \alpha, \qquad \text{avec} \qquad \sin\alpha = \frac{R}{R+h} \sin z,$$

où R représente le rayon terrestre et z la distance zénithale du Soleil. La loi simple $x = \varepsilon \operatorname{séc} z$ ne suffit plus dès que z approche de 70° et la mesure du rapport $\frac{x}{\varepsilon}$ donne l'altitude h. Or on peut obtenir $\frac{x}{\varepsilon}$ en faisant l'étude photométrique des bandes de Huggins (1) dans le spectre d'absorption de l'ozone atmosphérique.

Nous avons admis *a priori* que la couche d'ozone est assez élevée pour que le rayonnement solaire soit *d'abord* filtré par l'ozone, *puis* diffusé par les couches inférieures de l'atmosphère (2), ce qui nous a permis de substituer à la photographie directe du spectre solaire l'étude beaucoup plus facile du ciel au zénith fonctionnant uniquement comme un diffuseur commode (3).

La mesure exige trois poses de même durée, l'une au milieu du jour ($z_1 < 45°$), les deux autres à la fin de la journée (z_2 voisin de 80° et z_3 de 90°). Soient e l'éclat du ciel et k le coefficient d'absorption de l'ozone pour une même radiation; on a $e = a.10^{-kx}$ et, si l'on compare le dernier spectre au premier,

$$(2) \qquad k(x_3 - x_1) = \log\frac{a_3}{a_1} - \log\frac{e_3}{e_1}.$$

Pour chaque distance zénithale z_n, $\log\frac{a_n}{a_1}$ est une fonction lentement variable de la longueur d'onde (4). On peut la supposer constante dans un petit intervalle ($d\lambda < 20$ Å) et écrire

$$(3) \qquad (k - k')(x_3 - x_1) = \log\frac{e'_3}{e'_1} - \log\frac{e_3}{e_1},$$

k et k' désignant les coefficients d'absorption pour deux radiations choisies dans l'intervalle considéré et auxquelles se rapportent les éclats e, e'.

---

(1) FOWLER et STRUTT, *Proc. Roy. Soc.*, **48**, 1917, p. 577.

(2) Nous négligeons l'absorption de la lumière par la faible quantité d'ozone qui se trouve dans les couches basses de l'atmosphère. Voir J. DUFAY, *Comptes rendus*, **176**, 1923, p. 1291, note (1).

(3) Pour observer directement le Soleil jusqu'à l'horizon, il faudrait s'installer en montagne. D'ailleurs au coucher du Soleil les radiations utiles sont en proportion beaucoup plus grande dans le spectre du ciel bleu que dans le spectre solaire et l'on estbeaucoup moins gêné par les radiations parasites.

(4) Cette fonction a été étudiée théoriquement par Vessot King (*Phil. Trans. Roy. Soc.*, **212**, 1912, p. 375), dans les limites d'exactitude de la loi en séc z. D'autre part nous avons construit nous-mêmes expérimentalement les courbes $\log\frac{a_n}{a_1}$ pour les différentes hauteurs du Soleil dans la région du spectre où n'intervient pas l'ozone.

L'étalonnage du cliché fournit chacun des termes du second membre (¹); on mesure de même $(k-k')(x_2-x_1)$ et, connaissant le rapport $\frac{x_3-x_1}{x_2-x_1}$, on a l'altitude cherchée.

Il n'est pas nécessaire de connaître séparément l'épaisseur ni les coefficients d'absorption de l'ozone, mais seulement les variations de densité optique de la couche absorbante lorsque le Soleil s'abaisse sur l'horizon.

La région du spectre qui convient le mieux aux mesures s'étend de 3160 à 3300 Å et comprend 5 bandes de Huggins. La variation de densité optique $k(x_3-x_1)$ augmente en moyenne de 0,170 dans un intervalle de 15 Å chaque fois qu'on pénètre dans une bande d'absorption et peut être mesurée à 5 unités près du troisième ordre décimal. Dans cette région notre spectroscope avait une dispersion de 20 Å par milimètre.

Nous avons obtenu pour l'altitude des valeurs voisines de 50^{km} (par exemple : 48^{km}, le 10 mars; 53, le 4 juin ; 48, le 8 juin).

Au cours de cette étude, nous avons mis en évidence de nouvelles bandes telluriques de longueurs d'onde 3445, 3482, 3513, 3535 (faible), 3556 (faible), 3580 et 3608 Å. Elles sont produites par une couche élevée et appartiennent sans doute au spectre de l'ozone.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *L'élimination de l'acide benzoïque et des benzoates dans l'économie.* Note de MM. **Bordas**, **François-Dainville** et **Roussel**, présentée par M. A. d'Arsonval.

L'acide benzoïque et certains de ses sels ont été préconisés depuis quelques années pour la conservation des denrées alimentaires. Ce conservateur possède des propriétés antiseptiques réelles, les travaux publiés par Bucholtz, Okolow, Klebs, Miquel sont unanimes à en reconnaître la valeur microbicide.

Le benzoate de soude n'a presque aucun goût, il est sans odeur, on peut donc en introduire des doses assez élevées dans les aliments sans en modifier sensiblement les caractères organoleptiques.

Nous rappellerons que le benzoate de soude est très employé dans les

(¹) Contre la fente du spectroscope nous avons placé un échelon de lames absorbantes dont la densité, peu variable avec la longueur d'onde, a été mesurée sur place pour toutes les radiations utiles. Chacune des trois poses donne ainsi quatre spectres qui permettent l'étalonnage du cliché. On fait en outre varier d'une pose à l'autre l'ouverture d'un diaphragme placé contre le prisme, de manière à produire trois images de densités comparables.

affections aiguës et chroniques de la gorge et des voies respiratoires (Schneller, Lépine, Dujardin-Beaumetz), on le préconise aussi comme antiseptique de l'appareil génito-urinaire et comme cholagogue dans la lithiase biliaire.

C'est donc un médicament très précieux qui figure d'ailleurs au Codex.

Les effets physiologiques des benzoates alcalins ont été très étudiés et si certains auteurs comme Weiske, Wogl, Von Jaksch ne leur reconnaissent pas d'effets toxiques, d'autres au contraire considèrent que l'ingestion de benzoate de soude, par exemple, provoque chez certains individus des nausées, des vomissements (Meissner et Shepard) et à doses plus fortes les benzoates provoquent un arrêt total des phénomènes digestifs (Okolow).

Wiley est d'avis d'en interdire l'usage pour la conservation des aliments.

Les travaux de Russel H. Chittenden, de John H. Long et de Christian A. Herter, relatifs aux effets produits sur l'organisme humain par l'ingestion de doses faibles et massives de benzoate de soude, ne paraissent pas être défavorables à l'emploi des benzoates alcalins comme conservateurs. Nous devons ajouter que ces conclusions ne sont pas admises par tous les hygiénistes. Les expériences des auteurs américains ne sont pas à l'abri des critiques, ayant fait absorber des doses variables de benzoate de soude à des jeunes étudiants de 20 à 27 ans (un seul était âgé de 45 ans).

Les travaux de Brouardel, Germain Sée sur l'acide salicylique et le salicylate de soude ont démontré que l'élimination par les reins est loin d'être aussi rapide et aussi complète chez tous les sujets et qu'il peut y avoir, suivant l'âge ou suivant certains états morbides, accumulation dans l'économie (Dr Mary Durand).

Il importait de vérifier d'abord si le benzoate de soude, dont le processus d'élimination offre, comme on le sait, certaines analogies avec le salicylate de soude (Bertagnini), n'occasionnerait pas des troubles du même ordre dans le métabolisme général de l'élimination par les voies rénales.

Nous avons fait ingérer à des sujets âgés : 10 de 60 à 68 ans; 4 de 52 à 58 ans; 1 de 49 ans; 1 de 35 ans et 2 de moins de 25 ans, une dose de 2^g de benzoate de soude en une seule fois. Les urines ont été recueillies et analysées. Nous avons constaté la présence de l'acide hippurique et de l'acide benzoïque chez tous les sujets 3 heures après l'absorption du médicament.

L'élimination s'est produite 1 jour après l'ingestion chez 3 sujets; 2 jours après l'ingestion chez 13 sujets et 3 jours après l'ingestion chez 2 sujets.

Comme on le voit l'élimination est variable chez les différents individus. Sur les 3 sujets ayant éliminé en un jour s'en trouve 1 âgé de 25 ans. D'une façon générale l'élimination s'est produite 2 jours après l'ingestion.

Nous avons fait une deuxième série d'expériences en faisant ingérer 2^g de benzoate de soude pendant 8 jours consécutifs, soit 16^g à sept sujets d'âges variés.

Nous avons constaté que l'élimination avait eu lieu ainsi :

a. élimination de l'acide benzoïque 1 jour après l'absorption totale = 0; *b.* élimination pendant 2 jours après l'absorption totale = 1; *c.* élimination pendant 3 jours après l'absorption totale = 6.

L'accumulation est encore plus manifeste ici puisque le benzoate de soude n'a été totalement éliminé qu'après 3 jours et que ce phénomène a été observé sur six individus sur sept [1].

L'ingestion de benzoate de soude d'une façon continue, comme il en adviendrait si l'on en généralisait l'emploi à la conservation de toutes les matières alimentaires périssables, serait donc susceptible de provoquer des désordres plus ou moins graves du fait de son accumulation dans l'économie.

Les malades qui sont soumis à l'action du benzoate de soude sont examinés par leur médecin. L'action du médicament est suivie et observée chaque jour; il en est autrement, comme l'a fait remarquer Dubrisay [2], des sujets bien portants ou soi-disant tels qui, sous prétexte de se nourrir, auraient à absorber des antiseptiques salicylés ou benzoatés, c'est-à-dire de véritables médicaments.

PATHOLOGIE ANIMALE. — *Sur la grasserie du Ver à soie.* Note [3] de M. **Paillot**, présentée par M. Paul Marchal.

Dans notre première Note sur l'étiologie et l'épidémiologie de la grasserie [4], nous avions dit que cette maladie était celle qui causait actuellement le plus de dégâts parmi les élevages de Ver à soie. Les ravages causés en 1925 dépassent sensiblement ceux des années précédentes; aussi est-il urgent de prendre des mesures énergiques pour enrayer ce nouveau fléau qui menace très sérieusement l'avenir de la sériciculture.

Une enquête minutieuse dans les régions les plus atteintes nous a permis d'établir que les vers provenant de certains lots de graines avaient généralement plus souffert que ceux d'autre origine; nous avons fait d'autre part de nouvelles observations confirmant celles rapportées en 1924, c'est-à-dire établissant que dans une même chambrée dont les vers avaient plusieurs origines différentes, il existait une différence très nette dans les ravages causés par la grasserie. Ces faits constituent autant de preuves nouvelles en faveur de la thèse de l'hérédité de la grasserie, qui est combattue par C. Acqua [5]. On peut citer enfin à l'appui de cette thèse le fait d'expé-

---

(1) Ces expériences seront publiées en détail dans un autre Recueil.

(2) Rapport du Dr Dubrisay au Conseil supérieur d'Hygiène publique de France au nom d'une Commission composée de Ambaud, Boulay, Brouardel, Gallard, P. Girard, Grimaux, Pasteur, Wurtz.

(3) Séance du 10 août 1925.

(4) *Comptes rendus*, 179, 1924, p. 229.

(5) *Bull. del R. Stazione Sperimentale di Gelsicoltura e Bachicoltura di Ascoli Piceno*, Anno III, 1924, p. 215.

rience suivant : si l'on place des cocons en chambre chaude (température 30-31°), on constate que la mortalité causée par la grasserie est généralement plus élevée que parmi les cocons de même origine placés à la température ordinaire; l'élévation de la température ambiante pendant le stade chrysalidaire aurait donc pour effet de faire disparaître une grande partie des porteurs de virus.

De nos premières observations à l'ultramicroscope, nous avions conclu que le parasite de la grasserie était vraisemblablement intracellulaire; de nouvelles recherches nous ont permis de fixer les divers stades du cycle évolutif du parasite : celui-ci commence d'abord par se multiplier dans le cytoplasme des cellules réceptives ; en examinant à l'ultramicroscope du sang de Ver à soie, inoculé depuis peu, on distingue très nettement dans le cytoplasme de certaines cellules sanguines des granules en voie de multiplication, identiques à ceux que nous avons observés dans le sang et que nous avons identifiés avec les éléments parasitaires. Souvent on distingue, à la périphérie de la cellule parasitée, de petites vésicules arrondies remplies de granules, animés de mouvements très rapides et très violents; ces vésicules peuvent se détacher de la cellule et rester en suspension dans le sang. Le stade intracytoplasmique est de courte durée; le parasite disparaît bientôt du cytoplasme et pénètre dans le noyau où il se multiplie rapidement, d'abord dans la zone périphérique. Cette zone, qui correspond à celle que nous avons considérée comme étant occupée par de la chromatine diffuse, paraît être liquéfiée; le centre du noyau est occupé par une masse plus ou moins volumineuse correspondant à la masse fortement chromatophile que l'on observe après fixation et coloration des frottis ou des coupes. Dans les noyaux très altérés où l'on ne distingue que des corpuscules polyédriques à l'examen microscopique ordinaire, l'examen ultramicroscopique révèle l'existence d'une masse fluide dans laquelle on observe de très nombreux granules animés de mouvements rapides et d'aspect identique à ceux observés dans le sang et le cytoplasme; les corpuscules polyédriques en suspension dans cette masse se déplacent continuellement sous l'influence du mouvement des granules. Nos observations sembleraient donc confirmer celles de Prowazek relatives à l'existence d'un parasite endonucléaire semblable à ceux observés dans la vaccine, le trachome, l'épithélioma des Oiseaux, etc. Nous n'avons pas réussi, cependant, à mettre en évidence, sur les préparations, le parasite observé à l'ultra microscope, bien que nous ayons employé certaines des méthodes de fixation et coloration préconisées par Prowazek; nous croyons d'ailleurs que les dimensions des éléments parasitaires sont trop faibles pour qu'il soit possible de les mettre en évidence sur coupes ou frottis colorés.

Le sang de Ver à soie, débarrassé de polyèdres par centrifugation, puis desséché sur toile et conservé à l'air libre, est capable d'infester, l'année suivante, de nouveaux vers par inoculation ; par contre, les polyèdres lavés perdent tout pouvoir virulent; ce fait d'expérience réduit à néant l'hypothèse de Komarek et Breindl qui considèrent les corpuscules polyédriques comme des cystes remplis de parasites.

Il n'existe pas encore de méthode sûre pour lutter efficacement contre le parasite de la grasserie; mais on peut envisager dès maintenant un certain nombre de mesures pratiques destinées à réduire au minimum les dangers d'infestation.

1° L'élimination complète des imagos porteurs de virus est impossible en l'état actuel de nos connaissances. Le graineur doit s'attacher à ne réserver pour la reproduction que les lots de cocons où la mortalité ne dépasse pas un taux dont la limite reste à déterminer, mais qui ne devrait pas être supérieur à 3 pour 100. L'évaluation du taux de mortalité devrait être faite sur échantillons ayant séjourné 4 à 5 jours en chambre chaude.

2° Une surveillance spéciale doit être exercée sur les élevages dont la récolte est destinée à la reproduction. La grasserie se manifestant dès les premiers âges, l'éducateur s'attachera à rechercher les premiers vers malades, spécialement pendant la période des mues, et les détruira aussitôt.

3° Les magnaneries doivent être bien aérées et peu chauffées; plus la température est élevée, plus l'évolution de la maladie est rapide et plus nombreuses et meurtrières sont les épidémies. A température inférieure à 18°C., les vers infestés vivent très longtemps sans présenter les signes extérieurs de la maladie, alors que, à 28-30°, les symptômes externes apparaissent dès le quatrième ou le cinquième jour.

4° Le délitage à la main, qui a pour inconvénient de blesser un nombre plus ou moins grand de vers et plus spécialement de vers atteints de grasserie, doit être abandonné et remplacé par le délitage au moyen de papiers perforés ou tout autre système analogue.

5° Les vers doivent être tenus aussi espacés que possible sur les claies; en aucun cas, ils ne doivent chevaucher les uns sur les autres.

La séance est levée à $15^h 30^m$.

A. Lx.